

First-Hit

End of Result Set

☐ **Generate Collection** **Print**

L1: Entry 1 of 1

File: EPAB

May 6, 1999

Search Forms**Search Results** 19962A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19749962 A1

TITLE: Misfit dislocation density is quantitatively determined in silicon-germanium HBT layer stacks

User Searches**Preferences**

PUB DATE: May 6, 1999

Logout

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

BABANSKAJA, IRINA DR

COUNTRY

DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

INST HALBLEITERPHYSIK GMBH

COUNTRY

DE

APPL-NO: DE19749962

APPL-DATE: November 4, 1997

PRIORITY-DATA: DE19749962A (November 4, 1997)

US-CL-CURRENT: 257/E21.527

INT-CL (IPC): H01 L 21/66; H01 L 21/304; H01 L 21/306; H01 L 29/737; G01 N 9/00;

G01 N 1/04; G01 N 1/28

EUR-CL (EPC): H01L021/66

ABSTRACT:

CHG DATE=19990902 STATUS=O>The misfit dislocation density in silicon-germanium hetero bipolar transistor (HBT) layer stacks is quantitatively determined by inclined polishing of a layer stack specimen, etching and microscopic evaluation. The misfit dislocation density in silicon-germanium hetero bipolar transistor layer stacks is quantitatively determined by (a) inclined polishing of a layer stack specimen at a defined angle between the layer stack surface and a surface to be etched; (b) surface treatment with an etching solution, followed by rinsing and drying; and (c) microscopic evaluation of the misfit dislocation density. An Independent claim is also included for an etching solution which is used in the above method and which comprises 2-4 (preferably 3) vol. parts of 50% hydrofluoric acid and 6-8 (preferably 7) vol. parts of 0.1M CrO3.



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 49 962 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 197 49 962.7
㉑ Anmeldetag: 4. 11. 97
㉒ Offenlegungstag: 6. 5. 99

㉓ Int. Cl.⁶:
H 01 L 21/66
H 01 L 21/304
H 01 L 21/306
H 01 L 29/737
G 01 N 9/00
G 01 N 1/04
G 01 N 1/28

DE 197 49 962 A 1

- ㉔ Anmelder:
Institut für Halbleiterphysik Frankfurt (Oder) GmbH,
15230 Frankfurt, DE
- ㉕ Vertreter:
Heitsch, W., Pat.-Anw., 14778 Jeserig
- ㉖ Erfinder:
Babanskaja, Irina, Dr., 15326 Lebus, DE
- ㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
- | | |
|----|---------------|
| DE | 38 23 249 C2 |
| DE | 196 29 250 A1 |
| EP | 07 79 664 A2 |
| EP | 05 04 875 A3 |
| EP | 05 04 875 A2 |
- BOGENSCHÜTZ, A.F.: Ätzpraxis für Halbleiter,
Carl Hanser Verlag, München 1967, S.147-154;
RUGE, Ingolf: Halbleiter-Technologie, Springer-
Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1975,

S.212-215;
BENEKING, Heinz: Halbleiter-Technologie,
B.G. Teubner Stuttgart, 1991, S.273-283;
PEROVIC, D.D., HOUGHTON, D.C.: "Barrierless"
Misfit Dislocation Nucleation In SiGe/Si Strained
Layer Epitaxy. In: Mat. Res. Soc., 1992, S.391-
S.402;
VDOVIN, V.I., et. al.: Mechanismus of Dislocation
Generation in Heterostructures Based on SiGe
Alloys. In: Solid State Phenomena, Vol.47-48,
1996, S.497-502;
TAMURA, Masao, SAITOH, Tohru: Combined Effects
of
High-Energy Si, Zn and Ga Ion Implantation and
Annealing on the Reduction of Threading
Dislocations in GaAs on Si. In: Jpn. J. Appl.
Phys., Vol.34, 1995, S.L1194 - L1197;
IYER, Subramanian S, et. al.: Heterojunction
Bipolar Transistors Using Si-Ge Alloys. In:
IEEE Transactions On Electron Devices, Vol.36,
No.10, Oct. 1989, S.2043-2064;
JP 1-134240 A, In: Patents Abstracts of Japan,
P-923, Aug. 24, 1989, Vol.13, No.382;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ㉘ Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Misfitversetzungsdichte in
Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapeln und Ätzlösung dafür
- ㉙ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur quanti-
tativen Bestimmung der Misfitversetzungsdichte in Silizi-
um-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapeln
und eine Ätzlösung zur Anwendung dieses Verfahrens.
Das Verfahren basiert auf den Verfahrensschritten Her-
stellung einer Probe, bestehend aus einem Silizium-Ger-
manium-Heterobipolartransistor-Schichtstapel, Schräg-
schliff der Probe, Ätzen des Schrägschliffs, Spülen und
Trocknen der Probe und mikroskopische Auswertung der
Misfitversetzungsdichte. Um eine geringe Ätzrate zu er-
halten, kommt erfindungsgemäße Ätzlösung, bestehend
aus Chromtrioxid (CrO₃), Flußsäure (HF-Säure) und Was-
ser (H₂O) zur Anwendung. Die Ätzlösung setzt sich dabei
aus 2 bis 4 Volumenanteilen 50prozentiger Flußsäure und
6 bis 8 Volumenanteilen 0,1 M CrO₃ zusammen.

DE 197 49 962 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Misfitversetzungsdichte in Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapeln und eine Ätzlösung zur Anwendung dieses Verfahrens.

Die Bestimmung der Misfitversetzungsdichte ist ein wichtiges Kriterium bei der Herstellung von Silizium-Germanium-Heterobipolartransistoren, um die Technologie entsprechend des Germaniumprofils einstellen zu können. Durch die Bestimmung der Misfitversetzungsdichte ist es möglich festzustellen, wann eine Relaxation beginnt. Ziel bei der Bauelementherstellung ist eine Vermeidung dieser Relaxation.

Die bekannten Ätzverfahren zur Bestimmung der Misfitversetzungsdichte sind nur für relativ dicke Schichtstapel ab einer Dicke von etwa 1 µm anwendbar, da die Ätzraten der bisher verwendeten Ätzlösungen zu hoch sind. Ein definierter Ätzvorgang dünnerer Schichten ist somit nicht möglich. Die Schichtoberfläche ist außerdem oft mit Polysilizium und/oder Metallsiliziden bedeckt oder die Misfitversetzungen sind von anderen anätzbaren Defekten verdeckt und können somit von der Oberfläche aus nicht angeätzt werden. Die Ätzrate bekannter Lösungen, beispielsweise bestehend aus 4 Volumenanteilen 49 prozentiger Flußsäure und 5 Volumenanteilen 0,3 M CrO₃ ist für derartige Proben zu hoch und damit für dünne Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapel ungeeignet.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Misfitversetzungsdichte in Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapeln vorzuschlagen, bei dem Nachteile des Standes der Technik beseitigt werden und eine Anwendung für dünne Schichtstapel mit einer Gesamtdicke kleiner 1 µm ermöglicht wird. Desweiteren ist es Aufgabe der Erfindung, eine Ätzlösung vorzuschlagen, die eine geringere Ätzrate als bisher bekannte Ätzlösungen aufweist und damit für das vorgeschlagene Verfahren Anwendung findet. Gleichzeitig ist es erforderlich, die Selektivität der Ätzung zu erhöhen, d. h. entspannte Regionen, die sich in der Nähe von Misfitversetzungen ausbilden, werden stärker geätzt als Regionen mit höherer Spannung.

Diese Aufgabenstellung wird mit der nachfolgenden Darlegung der Erfindung gelöst. Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf den Verfahrensschritten:

- Herstellung einer Probe, bestehend aus einem Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapel durch Einritzen mit einem Diamantwerkzeug entlang der kristallographischen Richtungen und Brechen der Probe aus der Siliziumscheibe,
- Schrägschliff der Probe mit einem Schrägschliffwinkel zwischen Schichtstapeloberfläche und zu ätzender Oberfläche zwischen 0,1° und 1° durch Wasserpolieren der auf einen Träger aufgeklebten Probe mittels einer Poliermaschine mit einer Glasscheibe,
- Ätzen des Schrägschliffs mittels Ätzlösung bei einer Ätzrate zwischen 150 nm/min und 250 nm/min für eine Zeitdauer zwischen 10 s und 100 s,
- Spülen der Probe in einem Ultraschallbad mit Aceton, 2-Propanol und deionisiertem Wasser,
- Trocknen der Probe und
- Mikroskopische Auswertung der Misfitversetzungsdichte.

Um eine geringe Ätzrate zu erhalten, kommt erfindungsgemäße Ätzlösung, bestehend aus Chromtrioxid (CrO₃), Flußsäure (HF-Säure) und Wasser (H₂O) zur Anwendung.

Die Ätzlösung setzt sich dabei aus 2 bis 4 Volumenanteilen 50prozentiger Flußsäure und 6 bis 8 Volumenanteilen 0,1 M CrO₃ zusammen.

Die Merkmale der Erfindung gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und der Abbildung hervor. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden näher erläutert.

Beispiel

Ausgehend von einem bekannten Sirtl-ähnlichen Ätzsystem, bestehend aus Chromtrioxid (CrO₃), Flußsäure (HF-Säure) und Wasser (H₂O) wurde eine Ätzlösung entwickelt, die es ermöglicht, Misfitversetzungen in Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapeln mit einer Gesamtdicke von weniger als 50 nm einzeln anzuätzen. Die Ätzlösung setzt sich dabei aus 3 Volumenanteilen 50prozentiger Flußsäure und 7 Volumenanteilen 0,1 M CrO₃ zusammen (Abb. 1a). Die Ätzrate ist abhängig vom Anteil des Germaniums im Heterobipolartransistor-Schichtstapel. Bei einem Anteil von 20% Germanium in der Silizium-Germanium-Schicht beträgt die Ätzrate etwa 170 nm/min. Zum Vergleich beträgt die Ätzrate der sogenannten verdünnten Schimmel-Lösung, der langsamsten bekannten Ätzlösung in diesem System, für denselben Schichtstapel etwa 500 nm/min. Um Oberflächenstörungen beim Ätzen auszuschließen, wird die erfindungsgemäße Ätzlösung auf schräg zur Schichtstapeloberfläche polierte Proben angewandt. Nach Herstellung des Schichtstapels wird entlang der kristallographischen Richtung mittels eines Diamantwerkzeugs eine Probe eingeritzt und aus der Siliziumscheibe gebrochen. Die Probe wird mittels einer Poliermaschine mit einer Glasscheibe wasserpoliert, indem die Probe auf einen Träger aufgeklebt wird. Dazu wird ein Schrägschliffwinkel von 0,1° zwischen Schichtstapeloberfläche und zu ätzender Oberfläche für einen Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapel mit einer Gesamtdicke von 65 nm gewählt. Während des Ätzvorgangs werden entspannte Regionen in der Nähe von Misfitversetzungen stärker und damit tiefer geätzt als Regionen, in denen höhere Spannungen herrschen. Nach 30 s Ätzzeit in erfindungsgemäßer Ätzlösung wird die Probe in einem Ultraschallbad gereinigt. Die Reinigungslösung besteht aus Aceton, 2-Propanol und deionisiertem Wasser. Anschließend wird die Probe getrocknet. In der Mikrofotografie (Abb. 1b) der angeätzten Oberfläche wird ein Netzwerk von horizontalen und vertikalen Misfitversetzungen gezeigt.

In der vorliegenden Erfindung wurde anhand eines konkreten Ausführungsbeispiels ein Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Misfitversetzungsdichte in Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapeln und eine Ätzlösung zur Anwendung dieses Verfahrens erläutert. Es sei aber vermerkt, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die Einzelheiten der Beschreibung im Ausführungsbeispiel eingeschränkt ist, da im Rahmen der Patentansprüche Änderungen und Abwandlungen beansprucht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur quantitativen Bestimmung der Misfitversetzungsdichte in Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapeln, **gekennzeichnet durch** die Verfahrensschritte:

- Herstellung einer Probe bestehend aus einem Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor-Schichtstapel,
- Schrägschliff der Probe mit einem definierten Schrägschliffwinkel zwischen Schichtstapelober-

fläche und zu ätzender Oberfläche,

- Oberflächenbehandlung des Schrägschliffs mittels Ätzlösung,
- Spülen der Probe,
- Trocknen der Probe und
- Mikroskopische Auswertung der Misfitversetzungs-dichte.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Probe aus einem Silizium-Germanium-Heterobipolartransistor- Schichtstapel durch Einritzen mit einem Diamantwerkzeug entlang der kristallographischen Richtungen und Brechen der Probe aus der Siliziumscheibe hergestellt wird.

10

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schrägschliff der Probe mit einem Schrägschliffwinkel zwischen Schichtstapeloberfläche und zu ätzender Oberfläche zwischen $0,1^\circ$ und 1° durchgeführt wird.

15

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schrägschliff der Probe durch Was-serpolieren der auf einen Träger aufgeklebten Probe mittels einer Poliermaschine mit einer Glasscheibe durchgeführt wird.

20

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenbehandlung des Schrägschliffs mittels Ätzlösung bei einer Ätzrate zwischen 150 nm/min und 250 nm/min durchgeführt wird.

25

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenbehandlung des Schrägschliffs mittels Ätzlösung für eine Zeitdauer zwischen 10 s und 100 s durchgeführt wird.

30

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Spülen der Probe in einem Ultraschallbad mit Aceton, 2-Propanol und deionisiertem Wasser durchgeführt wird.

35

8. Ätzlösung zur Durchführung des in Anspruch 1 gekennzeichneten Verfahrens, dadurch gekennzeichnet, daß die Ätzlösung sich aus 2 bis 4 Volumenanteilen 50prozentiger Flußsäure und 6 bis 8 Volumenanteilen 0,1 M CrO_3 zusammensetzt.

40

9. Ätzlösung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ätzlösung sich dabei aus 3 Volumenanteilen 50prozentiger Flußsäure und 7 Volumenanteilen 0,1 M CrO_3 zusammensetzt.

45

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

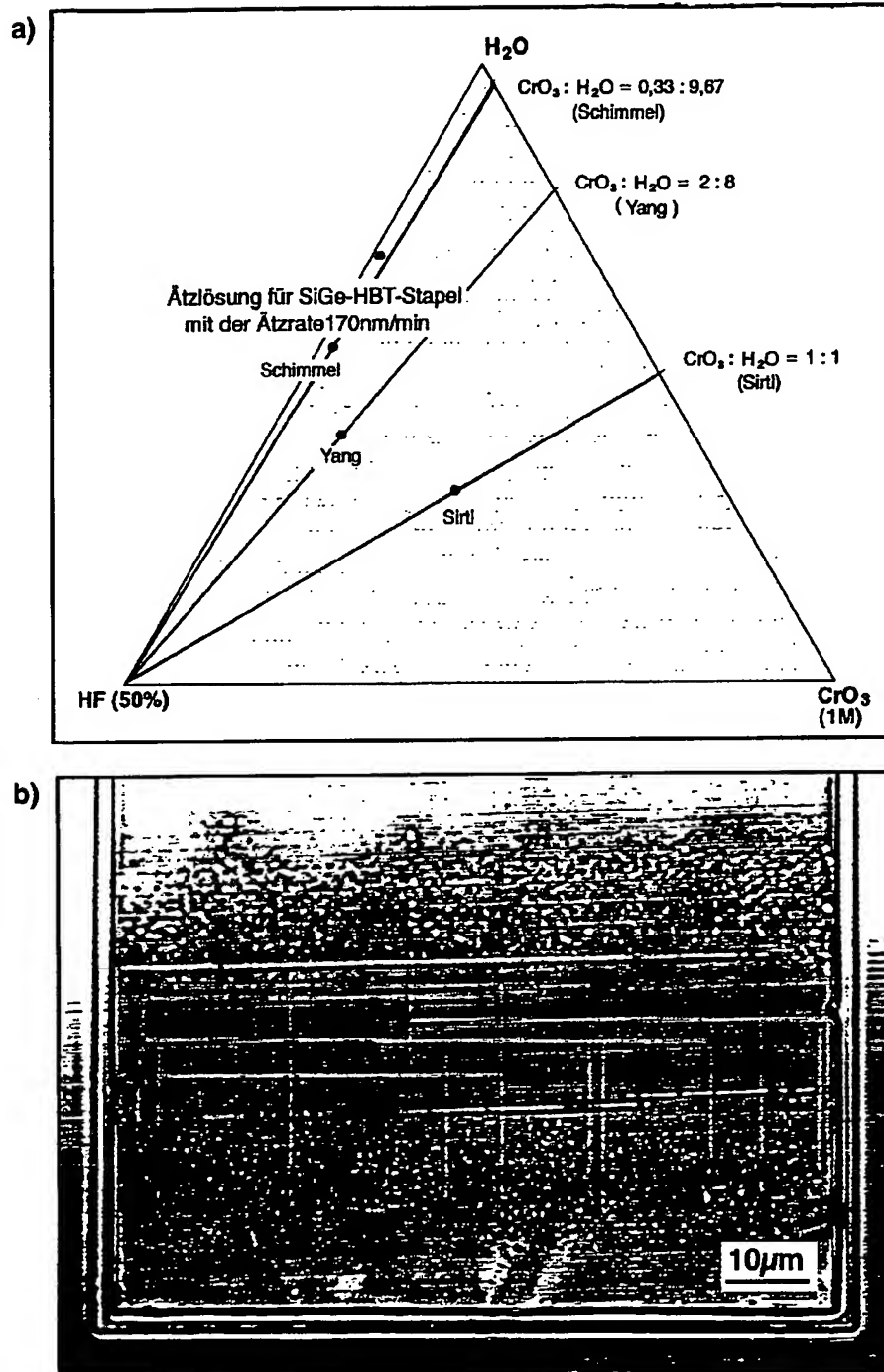


Abb. 1:

- a) Zusammensetzung der Ätzlösung (Ätzrate 170nm/min) für SiGe-HBT-Schichtstapel
- b) Mikrofotografie eines schräg zur Oberfläche unter dem Winkel $0,1^\circ$ poliertem SiGe-HBT-Schichtstapel (Gesamtdicke von 65nm) nach 30s Ätzzeit:
Netzwerk von Misfitversetzungen